

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-181955

(43)Date of publication of application : 23.07.1993

(51)Int.Cl. G06F 15/62
 A61B 5/00
 A61B 5/055
 A61B 6/03
 H04N 1/38

(21)Application number : 04-106366

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.04.1992

(72)Inventor : SEKIGUCHI HIROYUKI

SANO KOICHI

YOKOYAMA TETSUO

SUZUKI RYUICHI

(30)Priority

Priority number : 03120794

Priority date : 27.05.1991

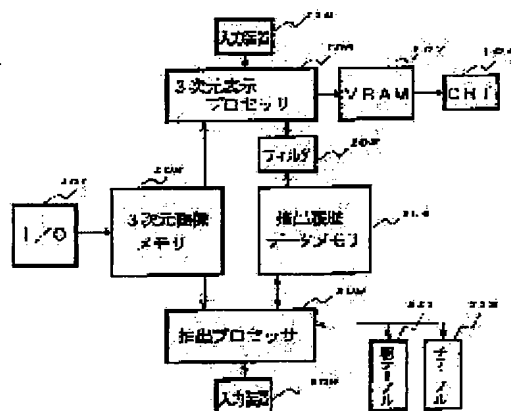
Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR MULTIDIMENSIONAL DATA PROCESSING

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability of an extraction result and reduce the burden on an operator by an area extracting method which uses connection area expansion by indicating one point which belongs to an extracted area other than a target area on a three-dimensional display image and deleting the area other than the target area when the area other than the target area is extracted as a result of area extraction.

CONSTITUTION: An extraction processor 103 extracts the target area to be extracted by the connection area expanding method by referring to data in a three-dimensional image memory 102. A three-dimensional display processor 106 generates three-dimensional display image data on the extracted area at an optional point of time of extraction on a VRAM 107 according to data in the three-dimensional memory 102 and output data from a filter 105 and displays the generated data on a CRT 108. If there is an area which is not displayed on the three dimensional display screen, an operator sets an expansion start point in the excess area by using an input device 109 to extract the excess area, which is clearly displayed on the three-dimensional display screen and deleted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.07.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2874445

[Date of registration] 14.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-181955

(43)公開日 平成5年(1993)7月23日

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/62	3 9 0 B	9287-5L		
A 6 1 B 5/00	G	7831-4C		
5/055				
6/03	3 6 0 G	8826-4C		
		7831-4C		
			A 6 1 B 5/ 05	3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数21(全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-106366

(22)出願日 平成4年(1992)4月24日

(31)優先権主張番号 特願平3-120794

(32)優先日 平3(1991)5月27日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 関口 博之

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 佐野 耕一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 横山 哲夫

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多次元データ処理方法および装置

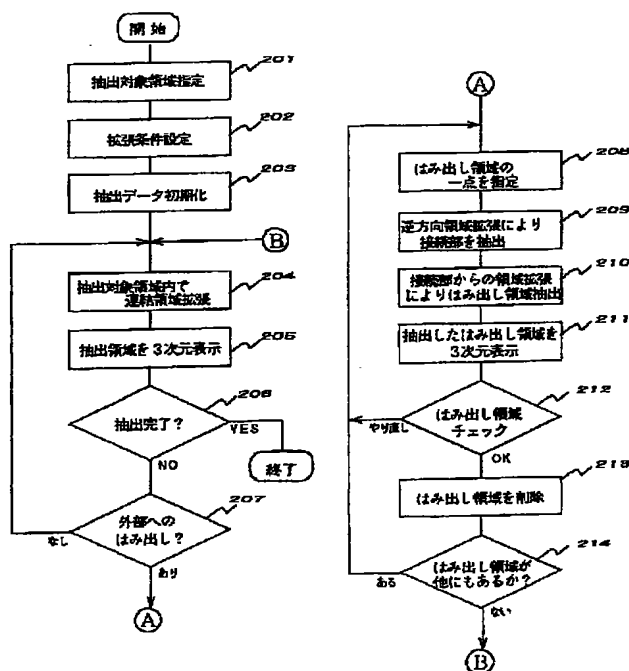
(57)【要約】

【目的】連結領域拡張を用いた領域抽出手法において、抽出結果の信頼性の向上と操作者の負担軽減を可能とすること。

【構成】多次元デジタルデータからの領域抽出を行う多次元データ処理方法において、前記領域抽出の結果、目的以外の領域が抽出された場合に、当該領域に属する1点を3次元表示画像上で指示して、前記目的以外の領域の削除処理を実行することを特徴とする多次元データ処理方法。

【効果】人間による抽出過程の監視機能により抽出の信頼性が確保され、従来困難だった抽出処理の実用化がはかれる。

図 14



【特許請求の範囲】

【請求項1】対象の多次元デジタルデータから対象内の所望領域を抽出し、抽出された領域を表示面上に表示し、所望でない領域が抽出された場合に、当該領域に属する1点を表示された画像上で指示することにより前記所望でない領域を削除する領域抽出方法。

【請求項2】連結領域拡張処理により対象の多次元デジタルデータから対象内の所望領域を抽出し、抽出された領域を表示面上に表示所望領域の外にはみ出した領域を抽出し、該はみ出した領域内の1点から、連結領域拡張処理により、前記連結領域拡張の過程で抽出された時点を逆に辿る処理をおこなって前記所望領域とはみ出し領域との接続部を特定し、該接続部にもとづき前記はみ出した領域を削除する領域抽出方法。

【請求項3】前記逆に辿る処理は、拡張の各時点における拡張点の個数を調べる処理と、該拡張点の個数が予め設定した値以下となった時点での拡張点を、前記接続部を特定する処理とを含む請求項2記載の領域抽出方法。

【請求項4】前記逆に辿る処理は、拡張の各時点における拡張点の個数分の時系列データの特徴量を抽出する処理と、該特徴量によりはみ出し領域の生じた時点を特定する処理と、該時点における拡張点を、前記接続部とする処理とからなる請求項2記載の領域抽出方法。

【請求項5】前記削除する処理は、前記接続部からはみ出した領域を削除した後、最初もしくは途中から、再度目的領域内部からの連結領域拡張処理を行うことにより、所望領域を抽出する処理を含む請求項2記載の領域抽出方法。

【請求項6】前記はみ出した領域を抽出する処理は、前記接続部から、はみ出し領域へ向かって領域拡張を行うことによりはみ出し領域全体を抽出する処理からなる請求項2記載の領域抽出方法。

【請求項7】前記はみ出した領域を抽出する処理は、当該領域を3次元画面上に表示する処理と、操作者に該表示結果にもとづき当該領域の削除を実行するか否かの確認を求める処理とを含む請求項2記載の領域抽出方法。

【請求項8】連結領域拡張処理により対象の3次元ボクセルデータから対象内の所望領域の抽出を行う手段と、前記抽出領域内の各点がどの拡張時点で抽出されたかを示す抽出履歴データを出力する手段と、前記抽出履歴データと3次元ボクセルデータを参照し、任意の時点における抽出領域を3次元画像化して出力する3次元表示処理手段と、前記連結領域拡張処理の過程で所望領域からはみ出した領域を抽出する手段と、該はみ出した領域内の一点を指示し、指示した点の座標を得る指示手段と、前記指示点から開始し、前記抽出履歴データに対する連結領域拡張処理により前記はみ出し領域と抽出目的領域との接続部を特定する手段と、該接続部にもとづき前記はみ出し領域を削除する手段とからなる領域抽出装置。

【請求項9】前記削除する手段は、前記はみ出した領域

を削除した3次元ボクセルデータに対して再度連結領域拡張処理により所望領域の抽出処理を実行する手段を含む請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項10】前記削除する手段は、前記接続部の特定後、該接続部から開始し、前記抽出履歴データにたいする連結領域拡張処理により前記指示点が属する領域全体を抽出する手段と、該領域全体の削除処理を実行するか、或いは該領域全体に非抽出領域としての属性を付加する手段とからなる請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項11】前記指示手段は、投影面上に表示した3次元表示画像上における抽出領域内部の一点を指示し、指示された点の3次元座標を、該指示した点を通る前記投影面の法線と該抽出領域が3次元空間上で初めて交わる点の座標として得る手段からなる請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項12】前記特定する手段は、前記拡張を開始する指示点から所望の領域とはみ出した領域との接続部を特定するための連結領域拡張処理を実行することによって拡張元の点とそれに連結する新たな拡張点の抽出時点を前記連結領域拡張処理が出力した抽出履歴データを参照して求め、連結点の抽出時点が拡張元の点の抽出時点より1時点だけ前であるとき、該連結点を新たな拡張点とすることにより領域拡張を行う手段を含む請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項13】前記領域拡張をおこなう手段は、前記拡張を開始する指示点から所望の領域とはみ出した領域との接続部を特定するための連結領域拡張処理を実行することによって前記新たな拡張点を求めた後、該拡張点と該拡張点にさらに連結する連結点の抽出時点を前記連結領域拡張処理が出力した抽出履歴データを参照して求め、連結点の抽出時点が拡張点の抽出時点より1時点だけ後であるとき、該連結点を拡張元の点に追加する手段を含む請求項12記載の領域抽出装置。

【請求項14】前記特定する手段は、前記拡張を開始する指示点から所望の領域とはみ出した領域との接続部を特定するための連結領域拡張処理を実行することによって、拡張の各段階における拡張点の個数を調べ、該拡張点の数が予め設定したある値より低くなったとき、その時点の拡張点の存在する領域を前記接続部とする手段からなる請求項8記載の多次元データ処理装置。

【請求項15】前記特定する手段は、前記拡張を開始する指示点から所望の領域とはみ出した領域との接続部を特定するための連結領域拡張処理を実行することによって拡張の各段階において拡張点の個数を調べ、前後の数時点の拡張点の個数と比較して、拡張点の個数が最小値をとるか、またはある時点を境に拡張点の数が大幅に変化するとき、その時点の拡張点の存在する領域を前記接続部とする手段からなる請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項16】前記特定する手段は、前記拡張を開始とする指示点から所望の領域とはみ出した領域との接続部

を特定するための連結領域拡張処理を実行することによって拡張の各段階ごとに新たに生じた拡張点の連結性を調べ、該拡張により構成される領域が複数に別れる場合、その中から1つの領域を選択し、該領域に属する拡張点のみを新たな拡張点とすることにより領域拡張をおこなう手段を含む請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項17】前記特定する手段は、前記連結領域拡張処理の拡張条件が、拡張元の点とその点に連結する点の抽出時点を前記連結領域拡張処理の過程で抽出した履歴データを参照して求め、連結する点の抽出時点が拡張元の点の抽出時点より1つ後の点を新たな拡張点とすることにより領域拡張を行う手段からなる請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項18】前記特定する手段は、前記連結領域拡張処理により抽出されたはみ出し領域を前記指示点を指定するために用いた3次元画像上に色を変えて明示し、削除の確認を操作者に求める確認手段を含む。

【請求項19】請求項8記載の領域抽出装置において、前記確認手段は、操作者の確認を得た後、操作者の指示により、該領域を削除、または非抽出領域あるいは非表示領域の属性を付加して、該領域の3次元画像上への表示を抑止する手段を含む。

【請求項20】前記特定する手段は、連結領域拡張による対象領域の抽出、連結領域拡張による削除領域の抽出を繰り返す手段を含む請求項8記載の領域抽出装置。

【請求項21】前記特定する手段は、抽出処理に先立って、3次元ボクセルデータに対し抽出禁止点あるいは抽出禁止領域を設定し、当初の連結領域拡張処理において、該抽出禁止点あるいは抽出禁止領域に達した時点で、削除対象領域の抽出処理に移る手段を含む請求項8記載の領域抽出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、多次元データ処理方法および装置に関し、特に、MRI、X線CTなどにより撮像した3次元デジタルデータから、個々の臓器を3次元表示を行う際に不可欠な、個別臓器の抽出を行うために有効な領域抽出手法およびそのための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】本発明に関連する公知例として、以下の文献(1)～(2)及び先願(3)が挙げられる。

【0003】(1)アズリール・ローゼンフェルド著(長尾真訳)「デジタル・ピクチャー・プロセッシング」(Azriel Rosenfeld, "Digital Picture Processing")第335頁

(2)特開平03-140140号公報

(3)322966号

あるデータから特定の領域を取り出す方法としては、大きく分けて次の2つの手法が知られている。

【0004】①：領域の個々の画素が持つ性質(例えば、濃度)によって分類する方法

②：領域の空間的な連続性を利用して抽出する方法

例えば、X線CT画像で骨領域を抽出する場合は骨領域の画素値(CT値)が他の領域より高いことから、上述の①の方法が利用できる。一方、MRI画像では、画素値からは個々の領域の特定が困難なため、上述の②の方法を利用する。

【0005】②の具体的な手法としては「エッジトレース」と呼ばれる、領域境界の追跡による手法と、「リージョングロウイング」と呼ばれる連結領域の拡張による抽出手法が良く知られている。エッジトレースは抽出結果が境界線、或いは境界面として得られるため、サーフェスモデルによる高速3次元表示に適する。反面、ノイズなどによる境界の途切れが生じ易いため、実際の画像データに対しては、操作者による補正操作処理が不可欠である。

【0006】これに対し、リージョングロウイングは領域内部から周囲へ向かって連結領域を広げていく手法である。上述の文献(1)には、リージョングロウイングの基本手法が説明されている。リージョングロウイングではエッジトレースのように、ノイズによって領域拡張が妨げられることはなく、また、3次元データへの適用も容易である。従って、MRI 3次元画像に対しては基本的にリージョングロウイングによる抽出方法が妥当と考えられる。

【0007】リージョングロウイングでは連結性の判定条件(拡張条件)の設定如何で抽出領域の形状、大きさが変化する。従って抽出を高信頼に行うためには、処理する画像や抽出対象ごとに拡張条件を最適化する必要がある。上述の文献(2)には、局所的な条件と大域的な条件を組み合わせた拡張条件を用いることにより、抽出処理の信頼性を向上させる方法が開示されている。

【0008】リージョングロウイングでは、その開始時において、成長開始点、判定基準を与えた後は、本来、人手を必要としない。これは抽出自動化の点からは最も理想的といえる。しかしこの手法は、一度他の領域に拡張点が入り込むと、入り込んだ領域で拡張を始めてしまうため、機械まかせにすることは信頼性の点から問題がある。実際、雑音や濃度ムラのある画像データにリージョングロウイングをそのまま適用しても、良い結果はほとんど期待できない。

【0009】上述の先願(3)には、抽出信頼性を図る上で有効と考えられる、リージョングロウイングに対して行う、操作者による支援手法について述べられている。この手法は3次元ボクセルデータに対するリージョングロウイングの抽出過程を、常に3次元画像によりモニタし、拡張点が入り込んだときは領域拡張を直ちに中断させ、この領域を、3次元ボクセルデータ修正機能を用いて除去するというものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】リージョンローイングに代表される、連結領域拡張手法における最大の問題点は、目的とする抽出対象領域（以下、「目的領域」と記す）とその外部に存在する領域（以下、「外部領域」と記す）が1点でもつながっていると、拡張点が外部領域に入り込み、その領域の抽出を開始してしまうことである。拡張点が外部領域に入り込まないようにするための方法としては、次に示すようないくつかの案が考えられている。

【0011】（1）連結性の判定基準（拡張条件）をきつくる

拡張条件をきつくすれば、抽出対象領域から外部領域へはみ出す確率もそれだけ小さくなる。しかし、拡張条件をきつくするに従い、目的領域全体を抽出することが困難になる。この解決方法としては、

①：複数の判定基準を設け、拡張点の判定を多角的に行う

②：抽出データに対して一律にその領域を周囲に向かって拡大する

といった手法が考えられている。（文献（2）参照）

（2）連結領域拡張中のデータに対して修正を加える
拡張の最終結果においては、通常、はみ出し領域が大きく成長してしまっており、これを修正作業により削除することはほとんど不可能である。そこで削除の作業量を少なくするため、外部領域に拡張点が入り込んだ時点、すなわち、はみ出し領域がまだ小さい時点でこの部分を削除する。こうして外部領域と目的領域を切り離しておけば、その後の領域拡張では目的領域のみが抽出されることになる。（先願（3）参照）

本発明は上述の技術を更に改良するためになされたものであり、その目的とするところは、抽出の信頼性を確保するために加える、抽出処理に対する人為的操作を最小とする多次元データ処理方法および装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の上述の各目的は、多次元デジタルデータからの領域抽出を行う多次元データ処理方法において、前記領域抽出の結果、目的以外の領域が抽出された場合に、当該領域に属する1点を3次元表示画像上で指示して、前記目的以外の領域の削除処理を実行することを特長とする多次元データ処理方法、および、連結領域拡張処理を用いて3次元ボクセルデータからの領域抽出を行い、該抽出領域の3次元表示を行う多次元データ処理装置において、前記抽出領域内の各点がどの時点で抽出されたかを示す抽出履歴データを保存する手段と、前記抽出履歴データを参照して任意の時点における抽出領域を3次元表示画像化して出力する3次元表示手段と、該抽出領域内の1点を、次の拡張処理の開始点として指示する手段と、前記指示点が属

する領域内部を前記抽出履歴データに対する連結領域拡張方法を用いて抽出する手段と、前記抽出された領域を3次元画像上に表示する手段と、該抽出手段により抽出された領域を3次元ボクセルデータから削除するかあるいは再び非表示領域として登録する手段と、該領域を削除した3次元ボクセルデータに対して再度、連結領域拡張による対象領域の抽出処理を実行する手段を有することを特徴とする多次元データ処理装置によって達成される。

【0013】

【作用】これまで述べてきたように、連結領域拡張処理による抽出手法では、拡張点が一旦、目的外の領域にはみ出してしまうと、結果がまったく誤ったものとなる。特に、X線CTやMRI像では、装置による画像の歪み、ノイズ等の影響により、上述のはみだしが容易に起こり得る。従って、抽出の信頼性を確保するためには、操作者は上述の拡張処理に対して何らかの支援操作を行う必要がある。当然ながら、この支援操作の作業量の大小は、抽出処理の臨床での実用性を大きく左右する。本発明の主目的は、最小の手間で効率よく高信頼の抽出を可能にすることである。以下、この目的のために設けた手段とその作用について述べる。

【0014】本発明に係る多次元データ処理方法における、抽出処理の全体の流れを下記の①～⑧に示す。なお、本発明の主内容は、このうち④のはみ出し領域を除去する処理に関するものである。

【0015】①：操作者は、目的領域内に拡張開始点を設定する。

【0016】②：前記開始点から、目的領域内部の連結領域拡張処理を開始する。

【0017】③：抽出過程を3次元表示画像上でモニタし、明らかに外部へのはみ出し領域が発見された時点で、抽出処理を停止させる。

【0018】④：操作者は、はみ出し領域内に拡張開始点を設定する。

【0019】⑤：前記開始点から、連結領域拡張処理を始め、はみ出し領域を抽出する。

【0020】⑥：前記はみ出し領域を、前記3次元表示画像上に明示する。

【0021】⑦：操作者は、前記3次元表示画像を見て、抽出された領域がはみ出し領域に間違いなければ、該領域を削除する。

【0022】⑧：目的領域全体の抽出が完了するまで前記②～⑥の処理を繰り返す。

【0023】ところで、抽出の途中結果に対して、操作者が何らかの処理を加えるためには、抽出過程をモニタする手段と、モニタ中の画像上に、はみ出し領域が出現した時点で抽出処理を停止させる手段が必要である。特に、3次元ボクセルデータに対する抽出処理を行っている場合には、前述の文献（3）に開示されているが如

き、抽出領域をリアルタイムに3次元表示画像として出力する機能が必要である。なお、これらの手段、実現方法に関しては、ここでは詳細な説明は省略する。本発明では、上述④～⑦の「はみ出し領域の削除」処理を行うため、新たに以下の各機能を設けた。

【0024】(1) 個々の点が抽出された時点、すなわち、抽出の履歴を抽出結果とする連結領域拡張による領域抽出機能。

【0025】(2) 上記抽出履歴データを基に、任意の時点において抽出された領域を3次元表示する機能。

【0026】(3) 上記3次元表示画像を用いて、はみ出し領域に属する点を指定する3次元座標指示機能。

【0027】(4) 上記抽出履歴データを用い、抽出時点の低い方向に向かって、はみ出し領域を連結領域拡張方法により抽出する領域抽出機能。

【0028】(5) 上記抽出履歴データを用い、はみ出し領域内において抽出時点が同じ領域を連結領域拡張方法により抽出する領域抽出機能。

【0029】(6) 上記連結領域拡張において、拡張の1段階毎に、新たに拡張した領域の連結性を調べ、連結している領域を取り出す機能。

【0030】(7) 上記連結領域拡張において、各抽出段階の拡張点の数を調べることににより、拡張点が、抽出対象領域とはみ出し領域との接続部であるか否かを判定する機能。

【0031】(8) 上記接続部から開始する、はみ出し領域内における領域拡張によって、はみ出し領域全体を抽出する機能。

【0032】(9) 上記はみ出し領域を、3次元表示画像上に重ね合わせて表示する機能。

【0033】(10) 上記はみ出し領域を、元のデータから消去するか、或いは、上記はみ出し領域の各画素に不可視属性を持たせる機能。

【0034】(11) 領域抽出機能(1)による領域抽出を、3次元表示機能(2)でモニタし、はみ出し領域が現れた時点で領域抽出を停止させ、3次元座標指示機能(3)で削除すべきはみ出し領域を指定し、機能

(4)～(9)によりはみ出し領域の抽出を行い、機能(10)により削除する、以上の処理を繰り返す機能。

(12) 機能(4)～(7)により特定した接続部を、除去、あるいは拡張禁止領域とした後、接続部が生じた時点まで抽出段階を戻し、再度、領域抽出機能(1)による抽出処理を開始する機能。

【0035】上述の各機能(1)～(11)に各々に対する作用(1)～(11)を、以下、図1～図8を用いて説明する。

【0036】図1は、これから抽出処理を行う原画像データの一例である。本発明が実際に対象とするのは多値の3次元ボクセルデータであるが、ここでは説明を簡単

にするため、2値の2次元データを用いて説明する。

【0037】図1において網掛け部分は値「1」を持ち、その外部は「0」である。領域101が抽出すべき目的領域である。しかし目的領域に属しない領域103も、接続部102にて領域101と接続しているため、連結領域拡張方法を用いた場合、領域103もはみ出し領域として抽出されることになる。

【0038】(1) 従来の連結領域拡張方法による領域抽出においては、その結果を各画素が抽出領域内に属しているか否かを示す2値データ、あるいは抽出領域に属する確率として表すものであった。本発明で最初に行う、目的領域内における領域拡張処理では、抽出された点が始めから数えて何番目の拡張によって生じたかを出力する。この番号は画素毎に属性データとして格納される。以後、この属性データを「抽出履歴データ」と呼ぶ。

【0039】図1のデータに対し、目的領域内の1点201を開始点として連結領域拡張を行った抽出結果(抽出履歴データ)を図2に示す。各画素の数字は各画素が抽出された時点を示している。

【0040】抽出履歴データからは、任意の時点における抽出結果を取り出すことが可能である。また、拡張の過程を逆に辿ることも可能となる。特に後者の特長により、はみ出し領域の自動抽出が可能になる。これについては以下、(4)以降で詳述する。

【0041】(2) 目的領域外部へのはみ出しが生じた場合、適当な時点で抽出を打ち切る必要がある。しかし、その中断時期を自動的に判断することは困難なため、この判断は操作者が行うことにする。本手段(2)は操作者がこの判断を行うために必要な、領域拡張の途中経過の観察手段を提供する。

【0042】3次元領域を2次元ディスプレイ上で直接観察することは不可能なため、抽出領域を3次元表示画像化する機能が必要である。また、領域成長の様子を観察するためには、順次成長していく抽出領域を、逐次3次元画像化して表示しなくてはならない。また、一方向からの表示では、その裏側のはみ出しの有無が確認できないため、必要に応じて視点を変えたり、また、複数の方向を同時に表示する機能も備える必要がある。

【0043】(3) はみ出し領域の削除処理においては、まず、削除対象領域を指示する手段が必要である。この指示においては、以下(4)で述べるが、指示点を必ずしも領域の中心部や代表的な画素値を持つ点にとる必要はなく、はみ出し領域内の任意の1点の座標を与えれば十分である。このことを用いると、3次元表示画像上で直接、上記の点を指示することが可能になる。これは操作上の負担軽減に極めて有効である。

【0044】図3は3次元画像上での開始点設定方法の説明図である。本図において、302は3次元画像データ空間、304、305はそれぞれ上記空間内における

目的領域とはみ出し領域を示している。3次元画像301にて指示したはみ出し領域内の一点306は、上記3次元空間においてははみ出し領域の表面の1点307として指定される。

【0045】(4) 抽出時点を遡る領域拡張は、拡張元の点ならびに、これに隣接する点の抽出履歴データを参照し、隣接する点の抽出段階が、拡張元の点の抽出段階より1小さいとき、その隣接点を新しい拡張点とすることにより実現されるこの領域拡張においては、必ず、はみ出し領域→接続部→目的領域、の順に拡張が進行する。従って、拡張点が両領域の接続部にある時には、それ以外の場所に拡張点は存在しない。

【0046】(5) 拡張点が接続部に到達したか否かは、以下(7)で述べるように、拡張点数の増減をもとに判定する。拡張元から生成された拡張点のそれぞれが、さらに拡張元を生成するといった、再帰的拡張処理を用いると、領域の拡張が促進されるため、拡張点個数の増減がより明白になる。また、接続部から目的領域に入り込んだ時にも、拡張点の数が一気に増加するため、接続部の特定が極めて容易になる。

【0047】この再帰的拡張処理は、拡張点ならびに、これに隣接する点の抽出履歴データを参照し、隣接する点の抽出段階が、拡張点の抽出段階より1大きいとき、その隣接点を拡張元の点に加えることにより実現される。

【0048】上記(4)、(5)の手段による領域拡張の1段階を図2ならびに図4を用いて説明する。

【0049】図4に本拡張処理の第一段階を示す。開始

表1

子の抽出段階	11	10	9	8	7	6	5	4	3
生成される子の数	8	5	5	4	2	1	1	17	12

【0053】接続部の様子によっては、必ずしも上の例のように拡張点の数が1になるとは限らない。しかし再帰的拡張の結果、拡張点の数は、接続部を通り抜けた後、一気に増大するという特徴があるため、拡張点の数の推移(時系列データ)からも接続部の特定は容易である。(図5参照)

(8) 図6の斜線部領域が前記の領域拡張による抽出領域である。これからわかるように、この抽出領域には上記(3)で入力した指示点から接続部までの範囲しか含まれていない。そこで接続部から開始する、もう一つの領域拡張を用いて、はみ出し領域全体の抽出を行う。これは、拡張元に隣接する点の抽出段階が、拡張元の点の抽出段階より1大きい時、その隣接点を新しい拡張点とする領域拡張処理により実現される。この領域抽出処

理の結果を図7に示す。

まず、最初の拡張元P0は隣接する抽出段階11の点に拡張点c1、c2を作る。c1は隣接する抽出段階12の点に拡張元P1とP2をc2はP3を作る。ついで新しくできた拡張元P2は拡張点c3を作り、c3はまた新しい拡張元をつくる。こうして第1段階において生成される拡張点は最終的に図4の点c1～c8となる。

【0050】(6) 二つ以上の接続部から生じた複数のはみ出し領域が重なってしまっている場合、これらの接続部を同時に特定することは不可能である。そのため、拡張領域が二つ以上の領域に別れる場合は、そのうち1つの領域に対して接続部への領域拡張を行う。本機能の方法と効果については、本項の最後で、もう一つの原画像データ(図10)を用いて補足説明する。

【0051】(7) 接続部は、上記領域拡張における拡張点個数の推移から特定する。この領域拡張では常に、はみ出し領域→接続部→目的領域、の順に拡張が進行していくため、拡張点の個数は、まずはみ出し領域内で増加、次に接続部で一旦収束、最後に目的領域内で再び増加となる。表1は、図1のデータに対し、一段階ごとに生成される拡張点の数を示したものである。抽出段階が6と5の時に拡張点の数が収束していることから、このときに拡張点が接続部を通過したことがわかる。

【0052】

【表1】

理の結果を図7に示す。

【0054】(9) はみ出し領域の指示位置を誤ったり、接続部の特定に失敗した場合、上記(8)の抽出結果が実際のはみ出し領域と異なったものになる。そこで、この領域を実際に削除する前に、上記(8)で抽出した領域を3次元表示画像上で明示し、操作者に確認を求める機能を持たせる。操作者は表示された領域を観察し、はみ出し領域として問題がなければ下記(10)の削除処理を行い、そうでなければその結果をキャンセルし、再度(3)からの、はみ出し領域抽出処理を行う。

【0055】(10) 上記(9)の確認後、はみ出し領域を削除する。ただし、実際にデータの削除を行った場合、元の状態への復帰が不可能になる。そこで、ここでは、削除する代わりに不可視領域としての属性を画素に

付ける手法を使用する。

【0056】(11) 複数のはみ出し領域が存在する場合は、上記(1)の目的領域の抽出処理と(2)～(10)のはみ出し領域の抽出／削除処理を繰り返し、はみ出し領域を一つずつ除去していく。こうして、最終的な抽出結果(図8)が得られる。

【0057】(12) 上記(8)～(10)の処理によりはみ出し領域全体を削除する代わりに、接続点だけを削除した後、接続点が発生する前の時点から再度、目的領域内で領域拡張を行う方法も考えられる。接続点が出現する直前の抽出時点における抽出領域を図9に示す。すでに接続点(901)が除去されているため、ここから再び領域拡張を行っても、はみ出しは発生せず、図8と同様の抽出結果を得ることができる。

【0058】最後に、(6)について、図10～図12を用いて補足する。

【0059】実際のデータに対して(1)の領域拡張を行った場合、複数のはみ出しが同時に生ずることが多い。図10に、2つのはみ出しが発生した場合の抽出履歴データを示す。本図102、103が接続部となっている。

【0060】両領域が互いに離れている場合は、(6)の処理を行わなくても、それぞれの接続点が特定できる。しかし図10に示すように、両領域が成長して一つの領域となっている場合は、両者の接続点の抽出時点が異なるため、拡張点の数が収束せず、接続点の特定が不可能となる。

【0061】そこで、はみ出し領域内において領域が別れる場合は、片方の領域のみに着目して接続点探索を行うようにする。残された領域については、片方の処理が終了した後、改めて接続点探索を行う。

【0062】図11に、図10のデータに対する領域拡張の様子を示す。本図中の803が拡張開始点、斜線部領域は拡張領域である。抽出段階13において拡張点のなす領域802(黒く塗りつぶした部分)が2つに分離する。ここで、拡張開始点803に近い下側の領域を選択し、この領域に対して拡張処理を続行することにより、一方の接続点801を抽出する。

【0063】この接続点から(7)の拡張処理により抽出した領域を図12の斜線部に示す。この領域を削除した後、残った上側の領域に対しても同様の接続点探索、領域削除処理を行うことにより、目的領域が抽出される。

【0064】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0065】まず、本発明の第1の実施例を図13～図16を用いて説明する。

【0066】本実施例は特にMRIによる3次元撮影によって得た体内3次元ボクセルデータから、対象領域を

抽出する処理に関する手法について述べたものである。

【0067】図13に、本発明を適用するシステムの構成の一例を示す。本装置はMRIによる3次元撮影法によって得られた3次元ボクセルデータを用い、ここから、特定の臓器を抽出する処理を行うものである。図13において矢印付きの直線はデータの伝送路を示し、矢印は各装置間に流れるデータの向きを示している。

【0068】MRIによって得られた3次元ボクセルデータは、I/O装置101から本システムに取り込まれ、3次元画像メモリ102に格納される。抽出プロセッサ103は、3次元画像メモリ102内のデータを参照し、連結領域拡張手法によって抽出すべき目的領域を抽出する。抽出プロセッサ103に接続されている親テーブル111、子テーブル112は領域抽出処理のワークエリアとして用いられる。抽出結果は、3次元ボクセルデータの各ボクセルが何番目の拡張において抽出された点であるかという情報として、抽出履歴データメモリ104に格納される。従って抽出履歴データメモリ104は3次元画像メモリ102と同じサイズを持ち、互いの画素は1対1に対応する。抽出途中の任意の時点における抽出情報は、抽出履歴データメモリ104の情報をフィルタ105に通すことにより得られる。3次元表示プロセッサ106は3次元画像メモリ102のデータとフィルタ105からの出力データを基に、任意の抽出時点における抽出領域の3次元表示画像データをVRAM107上に作成する。これは3次元表示画像としてCRT108上に表示される。

【0069】入力装置109は、連結判定条件の設定、抽出開始点の設定、拡張処理への割り込み、削除するはみ出し領域の指示入力に用いる。3次元表示プロセッサ106に対する入力装置110は、3次元表示計算に用いるレンダリングパラメータや、視点位置等の入力に用いる。

【0070】図14に本発明による領域抽出処理の概要を示す。

【0071】以下、図10のシステム構成図、図14のフローチャートを用いて本発明の抽出処理動作の概要を説明する。

【0072】〈ステップ201〉まず、抽出すべき領域内の1点あるいは複数点の座標を入力装置109により入力し、抽出を行う領域を指示する。本ステップにおいて入力した座標がステップ203以降で行う、連結領域拡張処理の開始点となる。

【0073】〈ステップ202〉入力装置109により連結領域拡張処理における連結性の判定基準(以下、「拡張条件」と記す)を入力する。本発明の領域抽出処理においては、対象領域の抽出とはみ出し領域の抽出・削除を繰り返すことにより、最終的な抽出結果を得る。従って、拡張条件は、必ずしも最適化したものである必要はない。但し、より適正に条件を設定することによ

り、この繰り返しの手間を軽減することも可能である。拡張条件として、前に示した文献2で開示されている如く、複数の条件を組み合わせることも効果がある。

【0074】〈ステップ203〉抽出結果を格納する、抽出履歴データメモリ104を初期化する。

【0075】〈ステップ204〉抽出プロセッサ103は、ステップ201で入力した拡張開始点から、ステップ202で入力したパラメータを拡張条件として、連結領域拡張手法による抽出処理を行う。連結領域拡張の1段階は、その時点におけるすべての拡張元の点（以後「親」と記す）が、その隣接領域に拡張条件を満たす拡張点（以後「子」と記す）を作りつくすまでとする。1段階の連結領域拡張手法が終了した後、抽出プロセッサ103は、抽出結果として、その「子」が、抽出の始めから数えて何回目の拡張段階で生成されたかを、3次元抽出データメモリ104上の「子」に対応する座標に書き込む。

【0076】〈ステップ205〉レンダリングプロセッサ106は、ステップ204において更新される抽出履歴データ104を常時参照し、現在の抽出段階における抽出領域の3次元表示画像をVRAM107上に作成し、CRT108に表示する。3次元像の視点位置、表示パラメータは、入力装置110に入力することによって必要に応じて変更することができる。

【0077】〈ステップ206〉領域拡張のある段階において新たな「子」が1つも生成されなくなると、連結領域拡張処理はこの時点で自動的に停止する。この時点における抽出履歴データ104が最終的な領域抽出結果となる。一方、目的領域全体がまだ抽出されきっていない場合、すなわちステップ204で「子」が生成されているときは、これらの「子」を新たな拡張点（親）とし、拡張処理を繰り返す。

【0078】〈ステップ207〉操作者は、ステップ205において作成された、抽出領域の3次元表示画像を評価する。この3次元表示画像上で、明らかに外部領域へのはみ出しが認められる場合、目的領域の抽出を一旦停止し、ステップ208以降のはみ出し領域削除ルーチンに移る。問題がなければ、ステップ204からの、目的領域の抽出を続行する。

【0079】〈ステップ208〉削除するはみ出し領域内の1点を指定する。3次元ボクセルデータに対して領域内の1点を指定するためには、ある断面を選択し、その断面上で指定する方法が一般的である。しかし、ここでは、次のステップで行う、はみ出し領域に対する連結領域拡張においては、開始点を領域内の任意の点に取れることを利用し、3次元表示画像上ではみ出し領域を指定を行う。

【0080】〈ステップ209〉はみ出し領域と目的領域との連結部を第2の連結領域拡張手法により抽出す

る。本ステップの詳しい説明は、後述の、ステップ301～308ならびに、ステップ401～412にて行う。

【0081】〈ステップ210〉ステップ209にて抽出された接続点から開始する第3の領域拡張手法により、はみ出し領域全体を抽出する。

【0082】〈ステップ211〉ステップ210で抽出されたはみ出し領域を、ステップ205において作成された、抽出領域全体の3次元表示画像に重ねて合わせて表示する。このとき、両者の色を変えるなどの手法を用いて、両者を区別を容易にする。

【0083】〈ステップ212〉操作者は、ステップ211にて作成された3次元表示画像から、ステップ210までに抽出されたはみ出し領域を評価する。はみ出し領域として削除して問題なければ次ステップの削除処理を行い、そうでない場合はステップ208に戻り、はみ出し領域の再抽出を行う。

【0084】〈ステップ213〉はみ出し領域として抽出された領域を削除する。ただし、作用の項でも述べたように、データ自体を消去してしまうと、処理のやり直しや、また、この領域内に存在する、別の領域の抽出が不可能になる。そこで、ここでは単に不可視領域としての属性を、対象領域内の画素に付加することにする。

【0085】〈ステップ214〉操作者はステップ213の削除処理後の3次元表示画像を再び評価し、他のはみ出し領域の有無を調べる。はみ出し領域が存在する場合はステップ208からののはみ出し領域抽出を行い、はみ出し領域がないか、または、領域がまだ小さくはみ出し領域として確認不可能な場合はステップ204に戻り、目的領域の抽出処理を再開する。

【0086】次に図14フローチャートのステップ209における、第2の（逆方向）領域拡張による接続部の抽出方法を図10の構成図と図15のフローチャートを用いて説明する。また、逆方向領域拡張の詳細は図16のフローチャートを用いて説明する。

【0087】なお、以下で述べる「親」とは領域拡張における拡張元の点を、「子」は「親」から生成される拡張点を表すものである。さらに「親テーブル」とは1段階の拡張におけるすべての「親」の座標を格納するものであり、「親」から拡張によって生成される「子」の座標は「子テーブル」に順に格納される。

【0088】〈ステップ301〉親テーブル111、子テーブル112を初期化する。

【0089】〈ステップ302〉ステップ208で指定した削除する領域内の1点を最初の「親」とし、親テーブル111に登録する。

【0090】〈ステップ303〉親テーブルに登録されているすべての「親」に対し、隣接点を調べ、拡張条件を満たすものを「子」として子テーブルに登録する。この拡張処理の詳細はステップ401～412で説明す

る。

【0091】〈ステップ304〉ステップ303で生成された「子」がつくる領域の連結性を調べ、領域が複数に分かれる場合、その内の一つを取り出し、その領域に存在する画素を本当の「子」として再登録する。

【0092】〈ステップ305〉ステップ304で生成された「子」の数を調べ、数、またはその推移をもとに接続部を判別する。この方法としては、例えば、各時点を経とする前後数時点の平均値を比較したり、あるいは、分散量が大きく変化する時点を探索する手法などが考えられる。

【0093】〈ステップ306〉接続部が特定できた時点で、領域拡張を終了し、ステップ308の接続部出力処理へ進む。拡張領域が接続部にまだ達していない場合は、ステップ307以降の領域拡張を続行する。

【0094】〈ステップ307〉生成された「子」を「親」とする。すなわち、新たに拡張された領域を次の拡張における拡張元とする。これは子テーブルの内容を親テーブルにコピーすることにより実現できる。その後、ステップ303に戻り、次段階の拡張を行う。

【0095】〈ステップ308〉接続部を特定した時点の「子」の座標を接続部の座標として出力する。接続点出力後は、ステップ210以降のはみ出し領域抽出処理を行う。

【0096】次に、前記ステップ303における拡張処理の詳細を、図16のフローチャートを用いて説明する。

【0097】〈ステップ401〉親テーブルから「親」を1つ取り出す。

【0098】〈ステップ402〉「親」に隣接する画素を1つ取り出す。ここでは前後左右上下に隣接する6画素を隣接画素としている。

【0099】〈ステップ403〉「子」テーブルを参照し、取り出した隣接画素が、すでに子テーブルに登録されているか否かを調べる。

【0100】〈ステップ404〉抽出履歴データを参照し、「親」の抽出段階と、取り出した隣接画素の抽出段階を比較する。

【0101】〈ステップ405〉ステップ403、404の結果、取り出した隣接画素が、まだ、子テーブルに登録されておらず、かつ、ステップ204で行われた第1の領域拡張において、その隣接画素が「親」より1段階前に抽出された画素であった場合、その隣接画素を「子」として子テーブルに登録する。

【0102】〈ステップ406〉ステップ405において子テーブルに登録した「子」に対し、これに隣接する画素を取り出す。ステップ402同様、前後左右上下に隣接する6画素を隣接画素とする。

【0103】〈ステップ407〉「親」テーブルを参照し、取り出した隣接画素が、すでに親テーブルに登録さ

れているか否かを調べる。

【0104】〈ステップ408〉抽出履歴データを参照し、「子」の抽出段階と、取り出した隣接画素の抽出段階を比較する。

【0105】〈ステップ409〉ステップ407、408の結果、取り出した隣接画素が、まだ、親テーブルに登録されておらず、かつ、第1の領域拡張において、その隣接画素が「子」より1段階後に抽出された画素であった場合、その隣接画素を「親」として親テーブルに追加登録する。

【0106】〈ステップ410〉「子」の隣接画素のすべてについて調べ終わるまで、上記ステップ406～409（「親」の追加登録処理）を繰り返す。

【0107】〈ステップ411〉「親」の隣接画素のすべてについて調べ終わるまで、上記ステップ402～410（「子」の登録処理）を繰り返す。

【0108】〈ステップ412〉すべての親テーブルの「親」について調べ終わるまで、上記ステップ401～412を繰り返す。

【0109】上記実施例によれば、MRIにより得た3次元ボクセルデータから対象領域を人の操作を最小として、抽出することが可能になる。より詳細には、膨大な分量を持つ3次元ボクセルデータに適した連結領域拡張による領域抽出方法において、従来は人手に頼らざるを得なかった抽出領域の修正作業の大部分を自動化することが可能になり、これまで実用化が困難であった医用3次元ボクセルデータに対する臓器抽出処理を実用化できるものである。

【0110】次に本発明の第2の実施例を図17のフローチャートを用いて説明する。

【0111】本実施例も第1の実施例と同様、目的領域の抽出を行う。しかし、接続部を抽出した後の処理が両者で大きく異なっている。なお、図17におけるステップ501～509は第1の実施例と同じであるため、この部分の説明は省略する。

【0112】〈ステップ501～509〉省略（前実施例ステップ201～207参照）

〈ステップ510〉ステップ509において抽出した接続部分をデータから除去する。また、除去する代わりに、拡張禁止点としての属性を持たせても良い。

【0113】〈ステップ511〉接続部の出現時点まで、抽出時点に戻す。これにより、すべてのはみ出し領域は未抽出領域とされる。また同時に、目的領域の一部も未抽出領域とされる。図1のデータに対し接続点が出現する直前（抽出時点5）まで抽出時点に戻した抽出領域を図9に示す。×印はステップ509において抽出された接続点であり、拡張禁止属性を持たせている。

【0114】以上ステップ510、511の処理を行った後、再びステップ204からの、抽出領域内での連結領域拡張を再開する。

【０１１５】はみ出し点への接続部は既にステップ２１０にて除去されているため、ここからはみ出しへの拡張は生じず、目的領域のみが抽出される。

【０１１６】本実施例では、一度抽出した目的領域を再び抽出するという二度手間がかかること、はみ出し領域の確認手段を持たないなどの問題があるが、実際に削除するのは接続部だけに限られるため、不用意に目的領域を削除してしまうことがなくなる。

【０１１７】次に、本発明の第３の実施例を、図１０のシステム構成図、図１８のフローチャートを用いて以下、説明する。

【０１１８】本実施例は、抽出処理に先立って、３次元ボクセルデータ内に抽出禁止点、または抽出禁止領域を設定しておくことにより、目的領域の抽出処理を自動的に行うものである。本実施例では、目的領域として脳領域を、抽出禁止領域として皮膚領域を想定している。

【０１１９】〈ステップ６０１〉抽出履歴データメモリを初期化する。

【０１２０】〈ステップ６０２〉抽出不要とすべき領域が含まれる断面を表示させ、その断面画像上で抽出不要とすべき領域に含まれる点を一点以上指定し、その点を抽出履歴データメモリ１０４に抽出禁止点として格納する。

【０１２１】〈ステップ６０３〉他にも抽出不要とすべき領域がある場合には、ステップ６０２に戻り、抽出禁止点の指定を続ける。ここで、不要領域が目的領域を覆って存在している場合（例えば目的領域を脳領域、不要領域を皮膚とした場合等）、周辺部から中心部に向かって３次元ボクセルデータを走査することにより、上記抽出禁止点を自動的に設定することも可能である。

【０１２２】〈ステップ６０４〉目的領域が含まれる断面を表示させ、断面内に存在する目的領域内の点を指定し、その点を抽出開始点として親テーブル１１１に格納する。

【０１２３】〈ステップ６０５〉目的領域を連結領域拡張により抽出する。この抽出には前記実施例においてステップ２０４で述べた方法を用いる。

【０１２４】〈ステップ６０６〉拡張がこれ以上でなくなった時点で抽出処理を停止し、抽出結果を出力する。

【０１２５】〈ステップ６０７〉拡張点がステップ６０２で設定した抽出禁止点に到達した時点で、目的領域の抽出処理を停止する。

【０１２６】〈ステップ６０８〉ステップ６０７で到達した抽出禁止点から、前記実施例で述べた、抽出時点を逆にたどる領域拡張を用いて不要領域を抽出し、削除する。削除後はステップ６０５に戻り、再び連結領域拡張による目的領域の抽出を行う。

【０１２７】

【発明の効果】以上、詳細に説明した如く、本発明によれば、抽出の信頼性を確保するために加える、抽出処理に対する人為的操作を最小とする多次元データ処理方法および装置を実現できるという顕著な効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】作用の説明に用いる原画像データの一例を示す図である。

【図２】図１の原画像データに対する抽出履歴データを示す図である。

【図３】３次元表示画像上でののはみ出し領域指定法の説明図である。

【図４】図２の抽出履歴データに対する拡張処理の説明図である。

【図５】拡張過程において生成される拡張点の数の推移を示す図である。

【図６】接続点に達するまでの抽出領域を示す図である。

【図７】接続点からの領域拡張による削除領域抽出手法の説明図である。

【図８】最終抽出結果を示す図である。

【図９】接続点が生じた拡張段階における抽出領域を示す図である。

【図１０】作用の説明に用いる、もう一つの原画像データを示す図である。

【図１１】図１０の原画像データに対する接続点探索処理の説明図である。

【図１２】図１０の原画像データに対するはみ出し領域抽出処理の説明図である。

【図１３】本発明を適用するシステムの構成の一例を示す図である。

【図１４】本発明の第１の実施例の動作を示すフローチャートである。

【図１５】本発明における、接続点抽出処理のフローチャートである。

【図１６】本発明における、逆方向領域拡張処理のフローチャートである。

【図１７】本発明の第２の実施例の動作を示すフローチャートである。

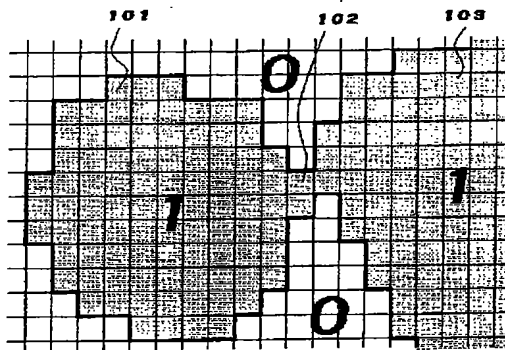
【図１８】本発明の第３の実施例の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

１０１…１／Ｏ装置、１０２…３次元画像メモリ、１０３…抽出プロセッサ、１０４…抽出履歴データメモリ、１０５…フィルタ、１０６…３次元表示プロセッサ、１０７…ＶＲＡＭ、１０８…ＣＲＴ、１０９…抽出プロセッサ（１０３）に対する入力装置、１１０…３次元表示プロセッサ（１０６）に対する入力装置、１１１…親テーブル、１１２…子テーブル。

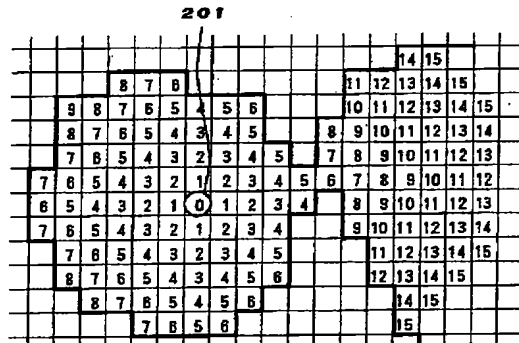
【図1】

図 1



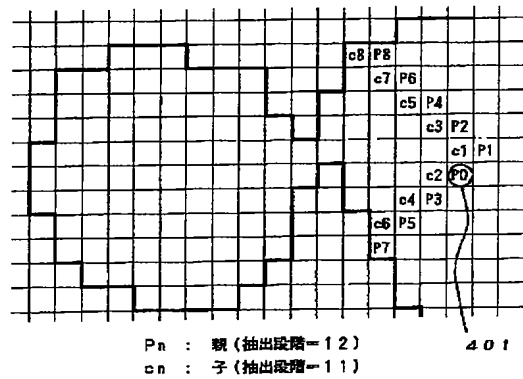
【図2】

図 2



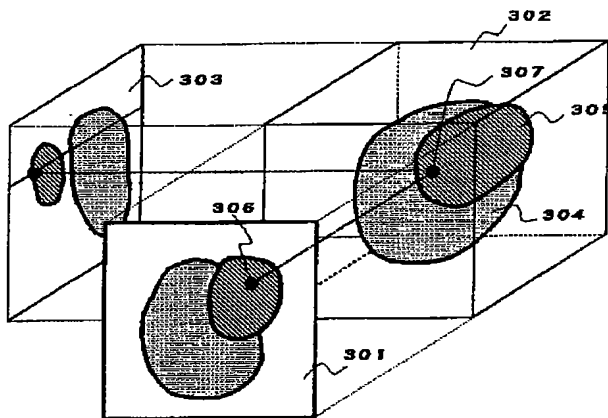
【図4】

図 4



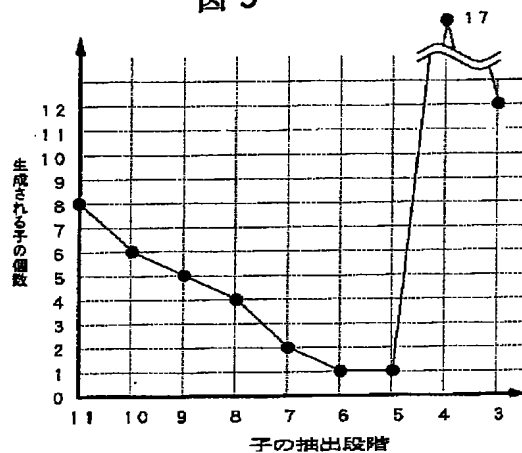
【図3】

図 3



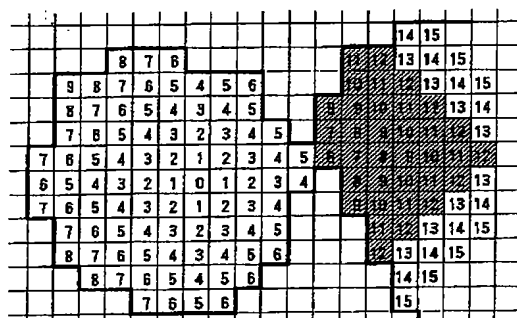
【図5】

図 5



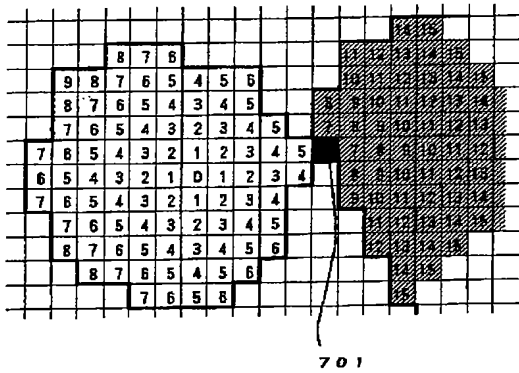
【図6】

図 6



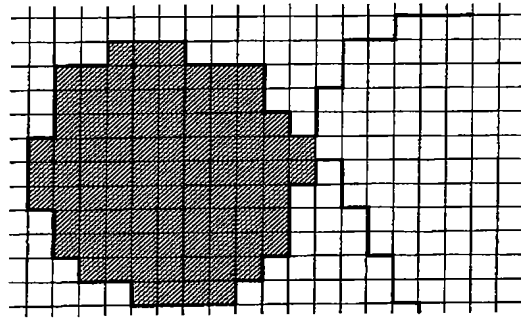
【図7】

図 7



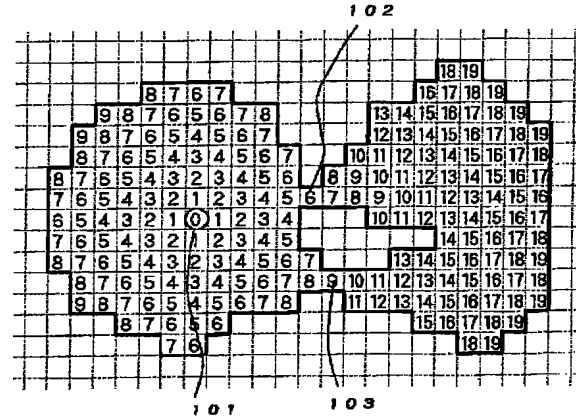
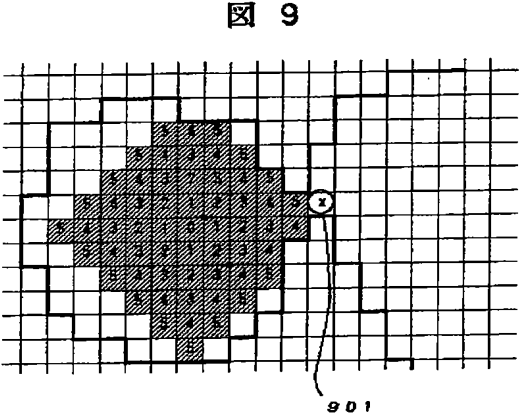
【図8】

図 8



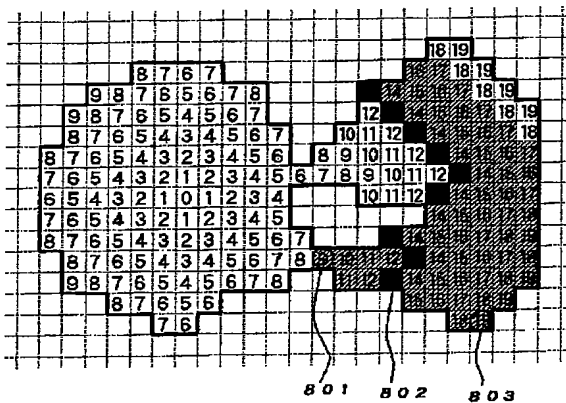
【図10】

図 10



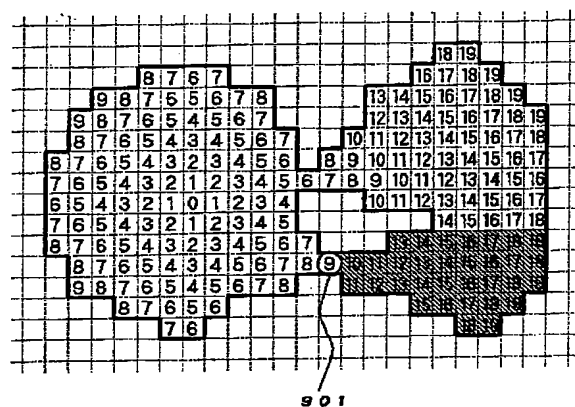
【図11】

図 11



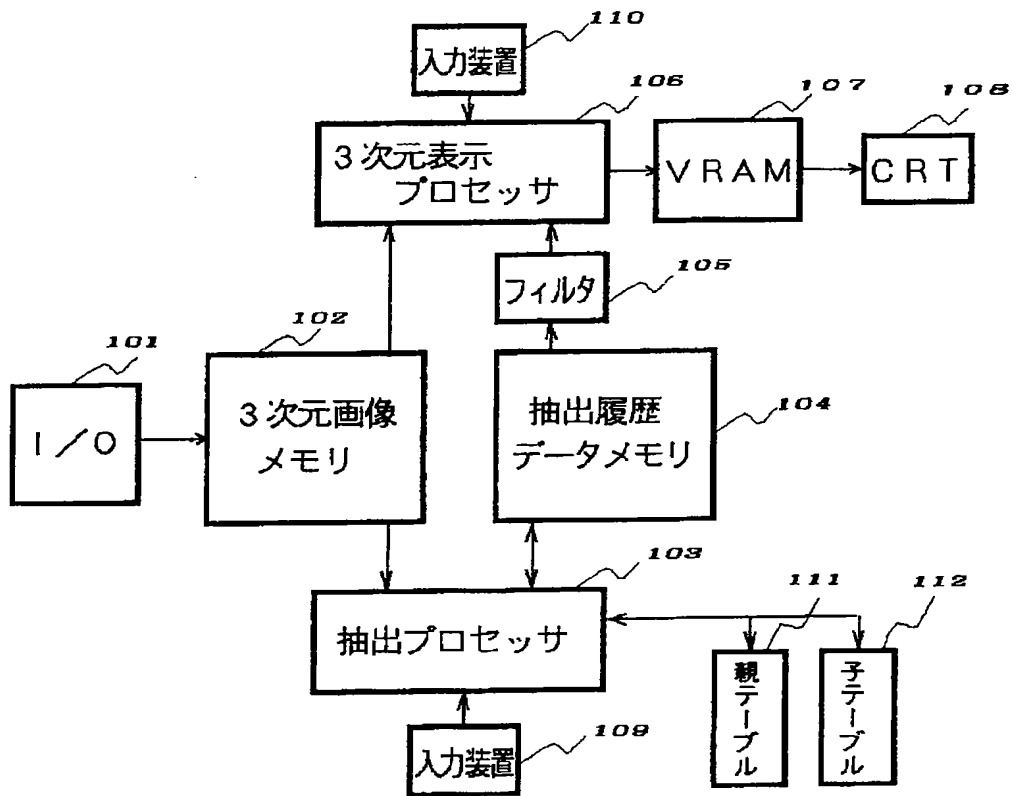
【図12】

図 12



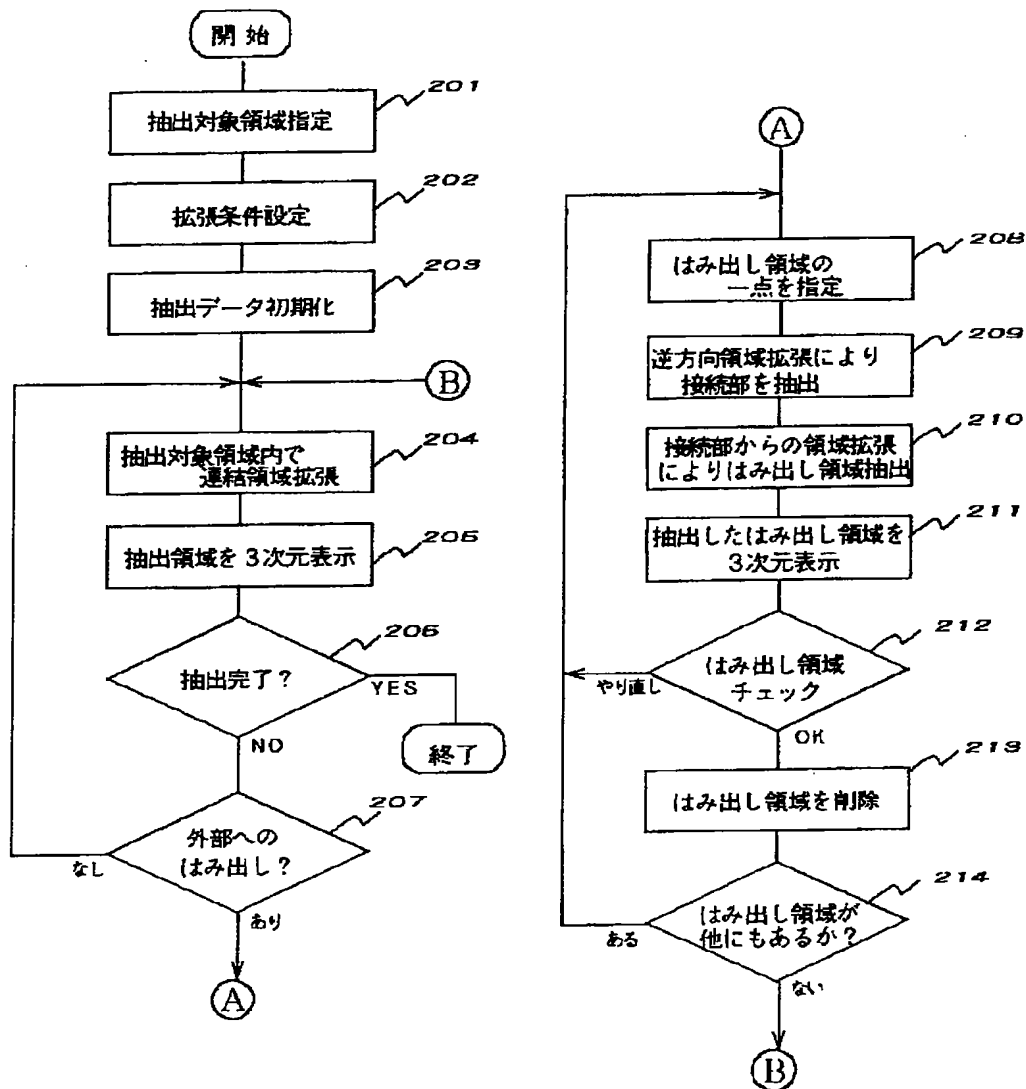
【図13】

図 13



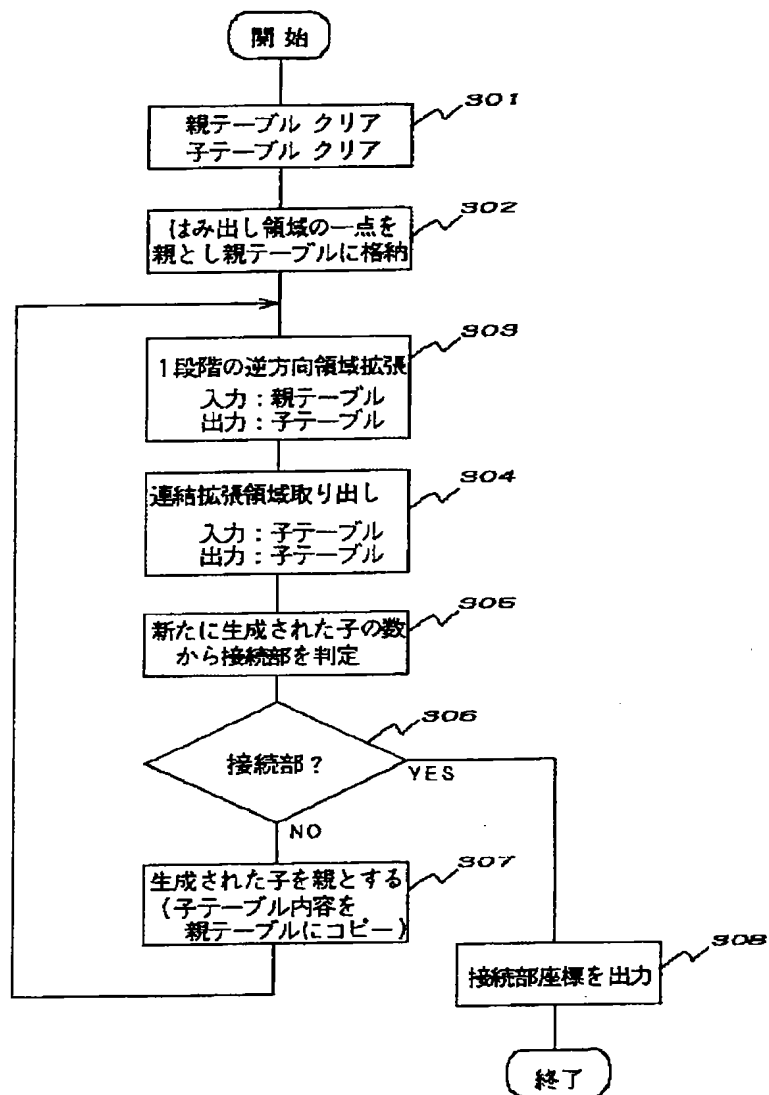
【図14】

図 14



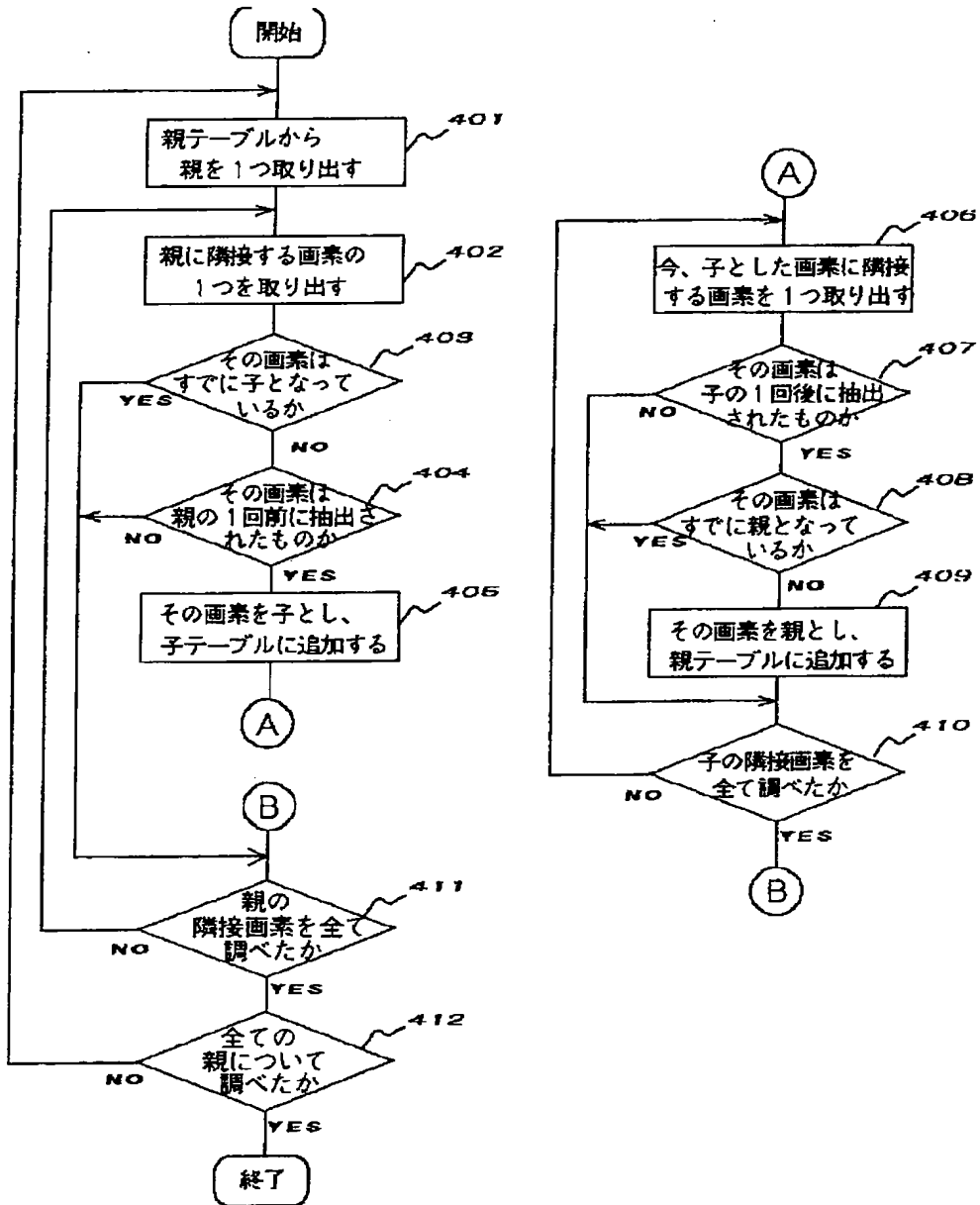
【図15】

図 15



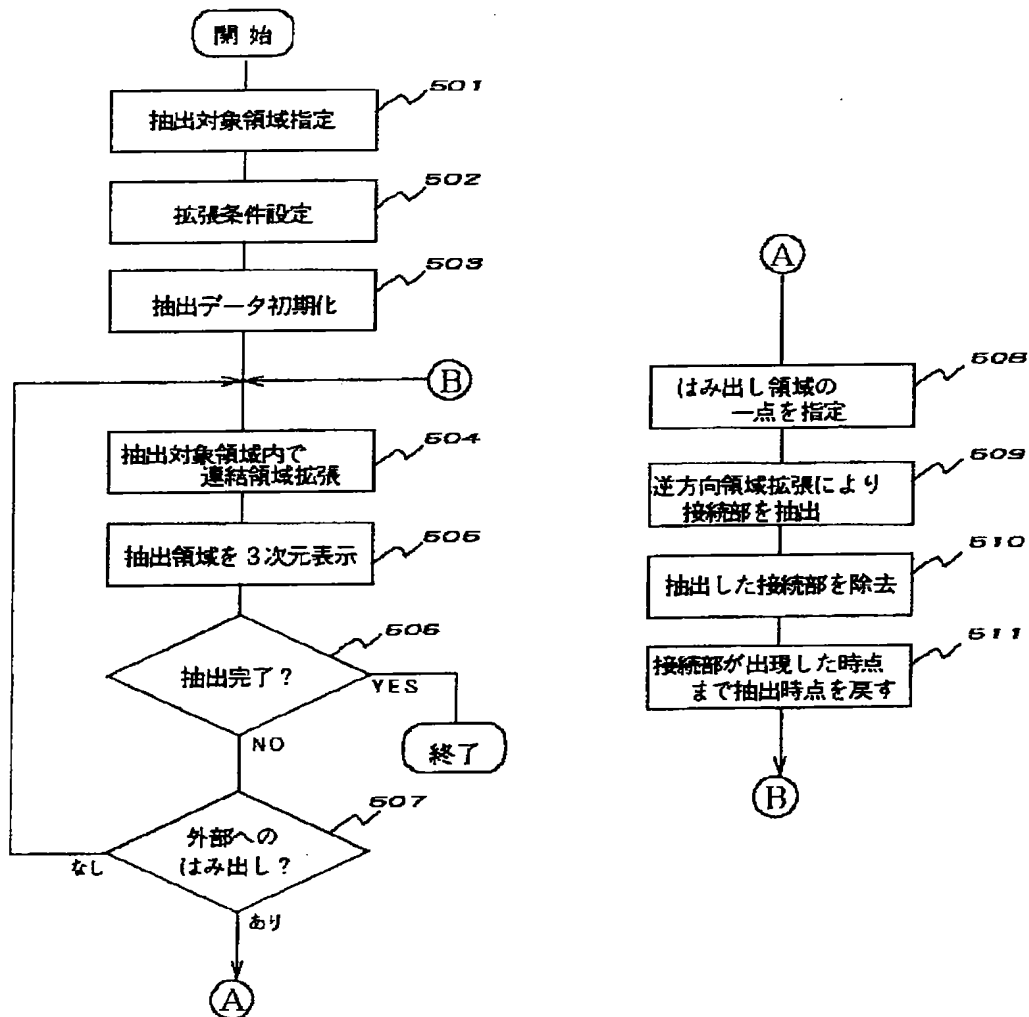
【図16】

図 16



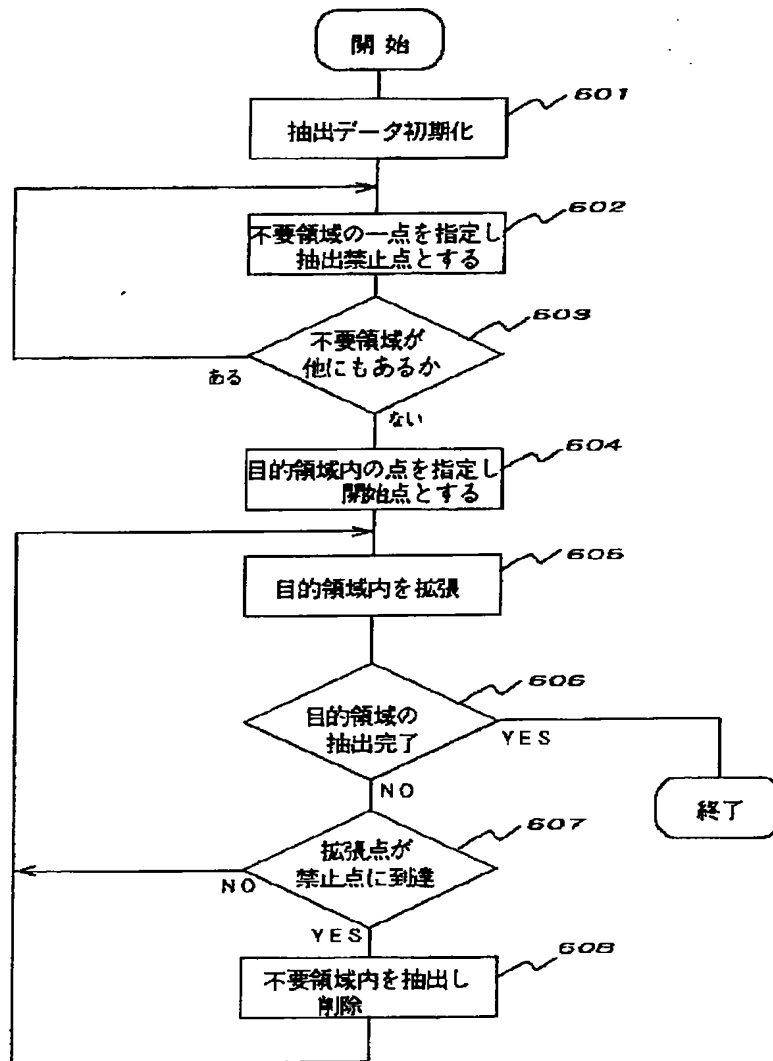
【図17】

図 17



【図18】

図 18



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 0 4 N 1/38

識別記号

庁内整理番号

8839-5C

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 鈴木 隆一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
 式会社日立製作所システム開発研究所内